

Dual-gate OFET 型フレキシブルひずみセンサ

Dual-gate Organic Field-Effect Transistor based flexible strain sensor

北陸先端大 先端科学技術 ○(M1)竹内 滉生, 酒井 平祐, 村田 英幸

JAIST. ○Kosei Takeuchi, Hesuke Sakai, hideyuki murata

E-mail: murata-h@jaist.ac.jp

【はじめに】

有機フレキシブルひずみセンサは人口皮膚などのヘルスケア分野やウェアラブル電子デバイスへの応用が期待されており、さまざまな構造のセンサが報告されている。^{[1][2]} 素子に加えられたひずみに対する大きな応答と素子の低消費電力駆動の両立は実用化に向けた課題の一つである。近年、我々は感圧部に P(VDF-TrFE)を用いた Dual-gate 型有機電界効果トランジスタ (Organic Field-Effect Transistor, OFET) 型有機圧力センサの作製に成功した。^[3] そこで、今回はこの素子構造をひずみの検出に応用した。最大駆動電圧の小さな OFET を用いて、P(VDF-TrFE)のひずみによる分極変化を増幅させることにより低消費電力と高感度を両立させた OFET 型ひずみセンサの実現を目指した。この素子に対してひずみを加えて応答を測定したところ、OFET 型ひずみセンサとして動作することを確認したので報告する。

【実験方法】

Dual-gate OFET 型ひずみセンサは、膜厚 125 μm の PEN 基板上に低電圧駆動型 OFET を作製、別工程で作製したひずみ検出層として P(VDF-TrFE) を重ねて作製した。(Fig.1) OFET は、真空蒸着法によって Al のゲート電極を製膜した後、絶縁層 (PVCN) をスピコートにより製膜し、UV 照射による光架橋を行った。SD 電極は Ag を真空蒸着法により製膜した後、pentafluorobenzenethiol による表面処理を行った。次いで、有機半導体層 (6,13-bis (triisopropylsilyl)ethynyl) Pentacene + Polystyrene) をスピコートで製膜した。ひずみ検出層は、ブレードコーティング法により P(VDF-TrFE) 膜を製膜し、1.5 kV を印加することで分極処理をした。ひずみの計測には、直径 15, 20, 30 mm の円柱に素子を固定し、ひずませた状態で伝達特性を測定することで評価した。

【結果と考察】

Figure2 に作製した OFET の伝達特性の変化を示す。円柱上でひずませたデバイスにかかる曲げひずみ (ϵ) の大きさは膜厚を t 、曲げ半径を R として $\epsilon = t/(2R + t)$ で求めることができる。円柱に巻き付けたときの ϵ はデバイスの厚さを 125 μm として、 $\phi = 15 \text{ mm}$ のとき $\epsilon = 0.42 \%$ 、 $\phi = 20 \text{ mm}$ のとき $\epsilon = 0.31 \%$ 、 $\phi = 30 \text{ mm}$ のとき $\epsilon = 0.21 \%$ となった。素子に対してひずみを加えると、Fig.2 のように V_{th} が負の方向へ変化し、ドレイン電流 (I_D) が減少していく。 ϵ の % 変化を横軸に、それに対応した I_D の応答変化を縦軸に取ったとき、 $V_G = 0.6 \text{ V}$ における I_D の対数は線形に変化した。(Fig.3) $\phi = 15 \text{ mm}$ の最大ひずみで、 $V_G = 0.6 \text{ V}$ における I_D が 2×10^{-11} から 7×10^{-13} へと 2 桁以上の変化が見られた。ひずみの変化量に対する電流の変化割合から求めたゲージファクター (GF) は、最大で 220 と有機ひずみセンサとしては非常に高い値が得られた。

【まとめ】

OFET を組み合わせた有機ひずみセンサを作製した。5 V 以下の低電圧で駆動し、ひずみに対し最大 GF = 220 という高感度で応答するデバイスとして駆動することがわかった

【参考文献】

- [1] V.scenev et al. , Organic Electronics 14 1323-1329(2013)
- [2] D.Thuau et al. , Organic Electronics 15 3096-3100(2014)
- [3] Y. Tsuji et al. , Applied Physics Express 10, 021601(2017)

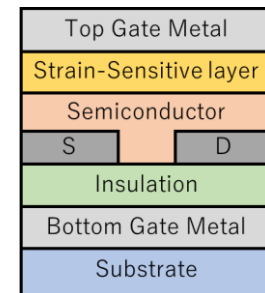


Fig.1 Structure of Device

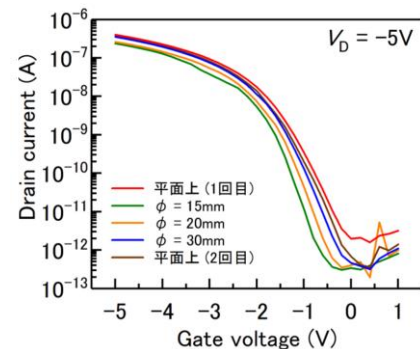


Fig.2 Transfer characteristics of OFET

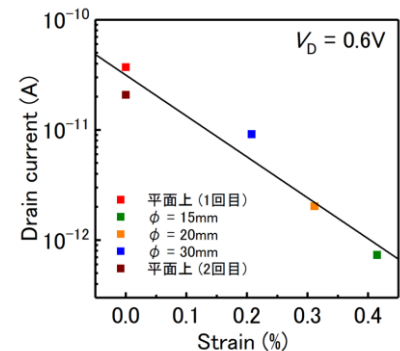


Fig.3 Changes in drain current strain As a function of strain